

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Hasil
1	Piyenson Jones Immanuel Yosua Ziliwu, Elman Karyanus Hulu, Rahelina Ginting, Robinson Sidjabat, 2022	Analisa Manajemen Konstruksi pada Jalur Terowongan Proyek Pembangunan Bendungan Lau- Simeme Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara	Untuk menghitung durasi pekerjaan dan rencana anggaran biaya berdasarkan Gambar <i>shop drawing</i> digunakan SNI 2016 dan harga satuan pemerintah Sumatera utara 2020. Setelah menganalisis dan memperhitungkan setiap tahapan pekerjaan yang telah dilaksanakan dilapangan, maka diperoleh durasi pelaksanaan pembangunan terowongan pengelak selama 832 hari kalender
2	Trisno Adi Saputra, Dr. H. Saihul Anwar, Ir.,M.Eng.,MM	Analisis Manajemen Konstruksi pada Bendung Copong Kabupaten Garut	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari hasil perhitungan rencana arus kas (<i>cashflow</i>) pada proyek pembangunan Bendung Copong Kabupaten Garut sebesar Rp. 43.017.780.794,00. Kemudian dengan menggunakan analisis <i>Critical Path Method</i> (CPM), penyelesaian pekerjaan membutuhkan waktu selama 20 minggu atau 120 hari kalender.
3	Mega Dwi Uthami, Hadi Sudarsono, 2016	Manajemen Konstruksi Proyek Check Dam Sungai Cideres Kabupaten Majalengka	Hasil penelitian menunjukan bahwa Rencana Anggaran Biaya yang dikeluarkan untuk Proyek Check Dam Sungai Cideres sebesar Rp. 8.151.417.969,13. Kemudian dengan menggunakan Analisa <i>Critical path method</i> Penyelesaian pekerjaan membutuhkan waktu selama 27 minggu 189 hari kalender.

No	Peneliti	Judul	Hasil
4	Natalia Anga, Melly Lukman, Erni Rante Bungin, 2022	Alternatif Perencanaan Terowongan Pengelak (<i>Diversion Tunnel</i>) Bendungan Pamukkulu	Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh debit banjir rancangan 25tahun sebesar 351,472 m ³ /detik dan desain terowongan pengelak berbentuk lingkaran dengan diameter 6,4m dengan tinggi kehilangan energi 13,328m dan rencana tinggi mercu cofferdam +86.078m
5	Afan Allail Rofikha, Suwanto Marsudi, Evi Nur Cahya, 2019	Analisis Struktur Terowongan Pengelak Pada Bendungan Kualu Kabupaten Toba Samosir Provinsi Sumatra Utara	Setelah melakukan analisis, dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan letak titik momen maksimum, hal ini diakibatkan pada metode Beggs tumpuan diasumsikan sebagai gaya vertikal atau beban vertikal.

2.2 Bendungan

Bendungan merupakan konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air pada sungai dan membentuk sebuah tampungan air. Bendungan dapat dimanfaatkan sebagai irigasi, PLTA, pengendali banjir, penyedia air baku, pariwisata dan perikanan darat. Bangunan pada bendungan tidak hanya tubuh bendungan melainkan beberapa komponen penunjang seperti pondasi, pintu air, bangunan pelimpah, bangunan pengelak dan waduk.

Bendungan adalah bangunan berupa urugan tanah, urugan batu, beton atau pasangan batu yang dibangun untuk menahan dan menampung air, bendungan juga dapat dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang (*tailing*) atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (Peraturan Pemerintah No 37 Tahun 2010 Tentang Bendungan).

Beberapa metode pemindahan aliran sungai dapat dilakukan dengan berbagai cara menyesuaikan dengan kondisi tempat calon bendungan. Metode yang biasa digunakan pada pembangunan bendungan urugan menurut Sosrodarsono (1997-2022) dibedakan menjadi 3 kategori yaitu:

- a. Pembuatan saluran pengelak. Biasanya saluran pengelak ditempatkan melintang diatas pondasi calon bendungan. Setelah aliran sungai dialihkan maka bangunan pelimpah banjir dan bangunan penyadap dapat dimulai pembangunannya.
- b. Metode penutupan sebagian alur sungai. Metode ini biasanya dilakukan pada sungai yang lebar, sehingga walaupun alur sungai diperkecil setengah dari lebar awal, alur tersebut masih mampu mengalirkan debit banjir rencana periode pelaksanaan konstruksi dengan aman.
- c. Pembuatan terowongan pengelak. Metode ini umumnya diterapkan pada hampir semua bendungan urugan yang tingginya lebih dari 15m. Dengan metode tersebut bendungan dapat dikerjakan secara serentak dan biasanya merupakan metode yang paling efektif dan efisien.

Berdasarkan konstruksinya bendungan dibagi menjadi 2 tipe (Soediby, 2003), yaitu:

1. Bendungan Urugan. Bendungan yang dibangun dari hasil penggalian material dari lokasi proyek tanpa tambahan bahanlain.
2. Bendungan Beton. Bendungan yang terbuat dari konstruksi beton baik dengan tulangan maupun tidak.

2.2.1 Bendungan Urugan

Bendungan urugan adalah bendungan yang di bangun dengan cara menimbun bahan seperti batu, krakal, kerikil, pasir dan tanah pada komposisi tertentu dengan fungsi sebagai penompang dan menadi tirai kedap air pada bendungan. Keuntungan bendungan urugan dalam pembangunan tubuh

bendungan yaitu dapat menggunakan batuan di sekitar lokasi bendungan (Sosrodarsono, 1981).

Sehubungan dengan fungsi sebagai pengempang air atau pengangkat permukaan air didalam suatu waduk, maka tubuh bendungan merupakan penahan rembesan air kea rah hilir serta penyangga tandonan air tersebut. Bendungan urugan dapat di golongkan menjadi 3 tipe utama, yaitu:

a. Bendungan Urugan Homogen (Bendungan Homogen)

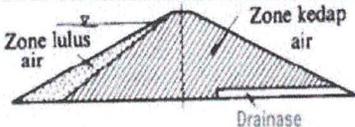
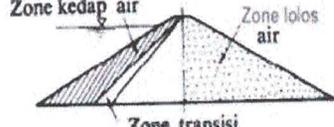
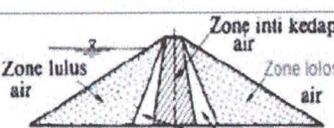
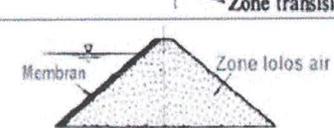
Suatu bendungan digolongkan dalam tipe homogen jika bahan yang membentuk tubuh bendungan terdiri dari tanah yang sejenis dan gradasinya hampir seragam

b. Bendungan Urugan Zonal (Bendungan Zonal)

Bendungan urugan digolongkan dalam tipe zonal jika timbunan yang membentuk tubuh bendungan terdiri dari batuan dengan gradasi berbeda-beda dalam urutan pelapisan tertentu.

c. Bendungan Urugan Bersekat (Bendungan Sekat)

Bendungan urugan digolongkan dalam tipe sekat (*facing*) jika dilereng tubuh bendungan dilapisi dengan sekat tidak lurus (dengan kedapan yang tinggi) seperti lembaran baja tahan karat, beton aspal, lembaran beton bertulang, hamparan *plastic*, susunan beton blok dan lain-lain.

Tipe		Skema umum	Keterangan
Bendungan urugan homogen			Apabila 80% dari seluruh bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang bergradasi sama dan bersifat kedap air.
Bendungan urugan Zonal	Tirai		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan tirai kedap air di udiknya.
	Inti miring		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan inti kedap air yang berkedudukan miring ke hilir.
	Inti vertikal		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan inti kedap air yang berkedudukan vertikal.
Bendungan urugan batu dengan membran			Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan membran kedap air di lereng udiknya, yang biasanya terbuat dari lembaran baja tahan karat, lembaran beton bertulang, aspal beton, lembaran plastik, dan lain-lainnya.

Gambar 2.1 Klasifikasi Bendungan Urugan

(Sumber: Sosrodarsono, 2002: 12)

2.3 Terowongan Pengelak

Sebagai salah satu syarat kelancaran dibangunnya sebuah bendungan adalah dengan dibangunnya saluran pengelak. Fungsi saluran pengelak adalah mengalihkan aliran sungai yang semula mengalir melalui rencana pembangunan bendungan (Sosrodarsono, 2002). Pemindahan aliran sungai dapat dilakukan dengan beberapa cara, disesuaikan dengan kondisi calon bendungan (Sosrodarsono, 2002).

Secara umum terowongan adalah tembusan dibawah permukaan tanah/gunung. Terowongan biasanya tertutup di seluruh sisi kecuali di kedua ujungnya yang terbuka pada lingkungan luar. Menurut Walstrom (1973) terowongan adalah sebuah bangunan berbentuk lubang sempit yang bagian dasarnya memiliki kemiringan kurang dari 30° dan merupakan galian bukaan

dibawah tanah dengan panjang yang jauh lebih besar dari lebar atau tingginya. Menurut Soedibyo 2007, apabila kemiringannya lebih besar dari 30° disebut sumuran baik tegak maupun miring (*inclined tunnel*).

Terowongan pengelak (*diversion tunnel*) ialah terowongan yang digunakan untuk mengalihkan aliran air sungai agar lokasi menjadi kering sehingga pembangunan bendungan dilaksanakan secara teknis.

2.3.1 Tahapan Pelaksanaan Terowongan Pengelak

A. Pekerjaan Pemetaan

Pekerjaan pemetaan adalah pekerjaan pengukuran dengan alat *total station* untuk menentukan koordinat titik terowongan.

B. Pekerjaan *Drilling* dan *Blasting*

Pemboran (*Drilling*) adalah pembuatan lubang untuk bahan peledak. Pekerjaan pemboran dilakukan setelah dilakukan *marking* atau menandai pola pemboran. Dalam pekerjaan pemboran terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja pemboran, yaitu sifat batuan, *drillabilitas* batuan, umur dan kondisi mesin bor, keterampilan operator, dan geometri pemboran.

Peledakan (*Blasting*) adalah pekerjaan melepas dan memecah batuan dengan menggunakan bahan peledak. Peledakan dilakukan untuk mendapatkan bentuk penampang terowongan yang diinginkan dengan ukuran material yang mudah diangkut dan dibuang dengan peralatan yang tersedia. Faktor-faktor yang mempengaruhi peledakan adalah jenis batuan, *density*, kekuatan batuan, struktur batuan, jenis bahan peledak, dan teknik peledakan

C. *Scalling* dan *Mucking*

Pekerjaan *scalling* dan *mucking* adalah pekerjaan yang dilakukan setelah proses peledakan selesai, dimana pekerjaan tersebut dilakukan dengan bantuan alat berat yaitu *excavator*, *wheel loader*, dan *dumptruck*.

D. Pekerjaan *Rockbolt* dan *Wiremesh*

Rockbolt adalah pekerjaan yang bertujuan untuk merapatkan formasi batuan yang diprediksi masih saling terpisah pada dinding terowongan dan untuk memperkuat koneksi antara lapisan beton dengan batuan dinding di dalam terowongan.

Wiremesh adalah jaring-jaring kawat yang di pasang pada dinding terowongan, yang nantinya pemasangannya akan dikaitkan dengan *Rockbolt*.

E. Pekerjaan *Steel Support*

Pekerjaan *steel rib* adalah pekerjaan pemasangan besi baja yang digunakan sebagai sistem penyangga pada galian

F. Pekerjaan *Shotcrete*

Shotcrete adalah pekerjaan penyemprotan pada dinding galian yang berupa campuran yang proporsional antara *Portland Cement*, air, dan zat *admixture* yang ditempatkan dengan menggunakan udara bertekanan melalui *spray nozzle*. Pekerjaan *Shotcrete* pada dinding terowongan ini di bagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut:

1. *Shotcrete First Layer*
2. *Shotcrete Second Layer*

G. Pekerjaan Lantai Kerja

Pembuatan lantai kerja adalah pekerjaan pengecoran dasar terowongan yang dilakukan setelah pekerjaan *underground excavation*, yang dimulai dari tengah menuju mulut terowongan

H. Pekerjaan Pembetonan Bagian Bawah (*Lower*)

Pekerjaan Pembetonan bagian bawah terowongan pengelak adalah tahapan yang di lakukan setelah pembuatan lantai kerja yang meliputi pekerjaan pembesian, pemasangan *bekisting*, dan pengecoran yang dilakukan pada bagian bawah terowongan pengelak.

I. Pekerjaan Pembetonan Bagian Atas (*Upper*)

Pekerjaan Pembetonan bagian atas terowongan pengelak adalah tahapan yang dilakukan setelah pembuatan lantai kerja yang meliputi pekerjaan pembesian, pemasangan *bekisting*, dan pengecoran yang dilakukan pada bagian atas terowongan pengelak.

J. Pekerjaan *Grouting*

Grouting adalah pekerjaan memasukkan bahan yang masih cair kedalam lubang untuk perbaikan tanah dan retakan-retakan yang memungkinkan terjadinya kerusakan pada beton yang sudah kering. Ada macam *grouting* yang dilakukan pada terowongan pengelak yaitu:

- 1) *Consolidation grouting* yaitu *grouting* dengan tujuan untuk menambah daya tahan batuan atau tanah terhadap benda yang ada di atasnya.
- 2) *Curtain grouting* yaitu *grouting* dengan tujuan untuk membentuk zona permeabilitas air rendah di batu pondasi bendungan dan bangunan sekitarnya dengan menyuntikkan semen *grouting* dengan tekanan tertentu ke dalam lubang batu seperti patahan, sambungan dan retakan.
- 3) *Backfill grouting* yaitu *grouting* dengan tujuan untuk mengisi rongga-rongga diantara batuan dan beton.

2.4 Manajemen Konstruksi

2.4.1 Pengertian Manajemen Konstruksi

Menurut Husen (2011: 45) manajemen konstruksi adalah kelompok yang menjalankan manajemen dalam proses konstruksi (tahap pelaksanaan). Tujuan manajemen konstruksi adalah mengelola pelaksanaan pembangunan sehingga mendapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi.

Secara umum manajemen konstruksi adalah ilmu yang mempelajari dan mempraktikkan aspek-aspek yang berkaitan dengan material dan teknologi industri konstruksi. Hal ini bertujuan agar setiap proses pembangunan memiliki perencanaan yang matang. Pengertian lain dari manajemen

konstruksi merupakan sebuah model bisnis yang dilakukan oleh jasa konsultan konstruksi dengan memberikan arahan, pendapat dan bantuan terhadap suatu proyek pembangunan. Maka dapat disimpulkan manajemen konstruksi adalah proses yang mengatur dan mengelolah pekerjaan pembangunan agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan pembangunan itu sendiri.

Agar bisa mencapai tujuan ini, perlu diperhatikan juga mutu bangunan, biaya yang digunakan dan waktu pelaksanaan. Dalam rangka pencapaian hasil ini selalu diusahakan pelaksanaan pengawasan mutu (*quality control*), pengawasan waktu (*time control*) dan pengawasan penggunaan biaya (*cost control*). Ketiga kegiatan pengawasan ini harus dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan. Penyimpangan yang terjadi dari salah satu hasil kegiatan pengawasan dapat berakibat pada hasil pembangunan yang tidak sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan (Djojowiriono, 2022).

2.4.2 Tujuan Manajemen Konstruksi

- a. Sistem konstruksi atau tim konstruksi diperlukan untuk tujuan bagaimana mengelola penghematan proyek, biaya proyek dikaitkan dengan yang dianggarkan dan kualitas pekerjaan yang dihasilkan dapat dipertanggung-jawabkan, satu cara adalah mengatur kegiatan tumpang.
- b. Tujuan selanjutnya dari penggunaan sistem Manajemen Konstruksi adalah biaya proyek tidak terbebani dengan biaya ganda atau *overhead* dan laba seolah-olah dilakukan oleh sistem kontraktor utama yang mengawasi sub-kontraktor.
- c. Tingkat tingkat yang tidak efisien dihapus dan memperpendek jalur komunikasi.

2.4.3 Fungsi Manajemen Konstruksi

Pada dasarnya manajemen konstruksi menerapkan fungsi manajemen suatu proyek dengan memanfaatkan sumber daya secara lebih efektif dan efisien untuk mencapai tujuan. Berikut adalah beberapa fungsi manajemen konstruksi:

- a. Perencanaan (*Planning*)

Dalam hal perencanaan, fungsi manajemen konstruksi dalam menentukan proyek pengembangan apa yang akan dilakukan, kapan dan bagaimana. Seorang manajer konstruksi harus menjadi pembuat keputusan tentang rencana untuk membuat konstruksi.
- b. Pengorganisasian (*Organizing*)

Manajemen konstruksi berfungsi untuk membentuk organisasi atau divisi yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek yang direncanakan. Manajer memiliki hak untuk memberikan penempatan beberapa tim atau anggota pekerjaan menjadi sebuah divisi.
- c. Pengarahan (*Actuating*)

Keberadaan manajemen konstruksi dapat melakukan pembinaan atau arah seperti memberikan pelatihan, bimbingan dan bentuk arah lain sehingga setiap tanggung jawab yang diberikan juga diterapkan dengan baik.
- d. Pengendalian (*Controlling*)

Manajemen konstruksi bertindak sebagai pengawas kegiatan proyek dan mengevaluasi jika ada penyimpangan dalam divisi selama proyek. Kemudian seorang manajer akan mencegah dan berusaha mengantisipasi penyimpangan yang terjadi.

2.5 Time Schedule (Jadwal Pelaksanaan)

Time Schedule atau penjadwalan adalah yang mengatur rencana kerja satu bagian atau unit pekerjaan. Kegiatan meliputi jadwal pelaksanaan pekerjaan, jadwal penggunaan peralatan, jadwal penggunaan tenaga kerja dan jadwal penggunaan material. Dari *time schedule* akan mendapatkan gambaran lama pekerjaan dapat diselesaikan dan bagian pekerjaan yang saling terkait satu sama lain.

2.5.1 Tujuan Time Schedule

Tujuan dari *time schedule* adalah menentukan urutan pekerjaan agar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan yang ada, serta untuk mengetahui jika ada

keterlambatan pekerjaan sehingga bisa dicegah sedini mungkin atau dapat diambil kebijakan lain agar tidak mengganggu pekerjaanlain.

2.5.2 Fungsi *Time Schedule*

- a. Sebagai pedoman Kontraktor untuk melaksanakan pekerjaan dan sebagai Direksi pedoman untuk mengontrol pekerjaan sudah berlangsung sesuai jadwal atau tidak
- b. Sebagai pedoman untuk mengevaluasi pekerjaan yang sudah diselesaikan
- c. Sebagai pedoman untuk mengatur kecepatan pekerjaan
- d. Untuk menentukan tahap pekerjaan sesuai dengan urutan waktu pelaksanaan
- e. Untuk memperkirakan biaya yang harus disediakan dalam jangka waktu tertentu, jumlah tenaga kerja, jumlah dan macam peralatan serta material yang digunakan

2.5.3 Jenis *Time Schedule*

Dalam proyek konstruksi biasanya jenis penjadwalan (*schedule*) berupa penjadwalan diagram batang/*Gantt Chart* dan Curva S yang berfungsi memproyeksikan kemajuan progress bobot pekerjaan dan waktu pelaksanaan. Ada beberapa bentuk *time schedule*, yaitu:

- a. *Schedule Waktu Tertentu*
Schedule waktu tertentu seperti *schedule* harian, *schedule* mingguan, bulanan, tahunan.
- b. *Bar Chart*
Daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal, dan kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang

c. Curva-S

Sebuah jadwal pelaksanaan yang disajikan dalam bentuk tabel dan bagan menyerupai huruf S. Curva-S biasanya berguna dalam memonitoring kemajuan pekerjaan dalam pelaksanaan konstruksi guna bermanfaat dalam memberikan bukti laporan atas proses administrasi pembayaran kepada pihak pemilik/*owner* berdasarkan kemajuan proyek yang telah dikerjakan serta dapat mengetahui kemajuan kinerja waktu pelaksanaan proyek.

d. *Gantt Chart*

Model penjadwalan ini berfungsi memberikan informasi urutan item pekerjaan yang akan dikerjakan secara sistematis dan juga dapat memberikan informasi berupa kemajuan proyek berdasarkan jadwal rencana dan aktual selama proses konstruksi dan tidak memberikan informasi lainnya seperti kinerja biaya, jalur kritis dan bobot pekerjaan.

2.6 *Critical Path Methode (CPM)*

Critical Path Method (CPM) adalah prosedur penjadwalan yang menggunakan diagram jaringan kerja (*network*) untuk menggambarkan sebuah urutan kegiatan yang diperlukan untuk menyelesaikannya. Setelah rangkaian jalur kegiatan ditentukan melalui diagram *network*, dihitung durasi tiap jalur untuk mengidentifikasi jalur kritis yang di mana jalur kritis tersebut menentukan umur proyek. Dalam manajemen proyek, jalur kritis (*critical path*) adalah rangkaian kegiatan terpanjang dalam suatu rencana proyek yang dimana rangkaian yang berada di jalur kritis harus diselesaikan tepat waktu supaya proyek berjalan sesuai dengan rencana.

Menurut Srivastava (1995:663) (dikutip dari Sugiyarto et al., 2013), *Critical Path Method (CPM)* adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah pada penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat pasti. Setiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya dengan cara memintas kegiatan untuk sejumlah biaya tertentu. Dengan demikian, apabila waktu penyelesaian proyek tidak memuaskan, beberapa kegiatan tertentu

dapat dipintas untuk dapat menyelesaikan proyek dengan waktu yang lebih sedikit.

Dalam operasionalnya CPM (*Critical Path Methode*) digambarkan dengan menggunakan diagram anak panah untuk menentukan lintasan kritis sehingga disebut juga metode lintasan kritis. Metode ini sangat bagus untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek serta paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM juga dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan (Setiawati et al., 2017). Komponen-komponen dalam metode CPM adalah:

- a. Diagram *Network*.
- b. Hubungan antar simbol dan urutan kegiatan.
- c. Jalur kritis
- d. Tenggang waktu kegiatan
- e. Limit jadwal kegiatan.

Manfaat yang diperoleh jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut:

1. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh proyek tertunda penyelesaiannya.
2. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya bila pekerjaan-pekerjaan yang ada dilintasan kritis dapat dipercepat.
3. Pengawasan atau kontrol hanya diperketat pada lintasan kritis saja, sehingga pekerjaan-pekerjaan dilintasan kritis perlu pengawasan ketat agar tidak tertunda dan kemungkinan di *trade off* (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan *crash* program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya atau lembur.

Secara teoritis yaitu perhitungan dengan metode *Critical Path Methode* (CPM) berdasarkan data pembangunan. Lima langkah dalam metode CPM (Elfitra & Galih, 2013), yaitu:

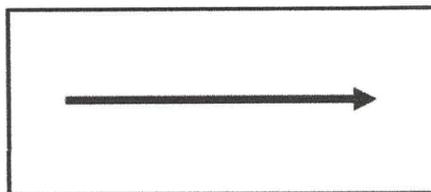
1. Identifikasi proyek dan semua aktifitas atau tugas yang signifikan.
2. Membuat keterkaitan antara aktivitas-aktivitasnya. Putuskan aktivitas mana yang harus mendahului dan mana yang harus mengikuti yang lain.
3. Menggambar jaringan yang menghubungkan semua aktifitas.
4. Hitung jalur kritis paling panjang melalui jaringan itu.
5. Gunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

Didalam suatu kegiatan yang besar, seperti penyelesaian suatu proyek, yang mencakup kegiatan-kegiatan yang terpisah tetapi berkaitan satu sama lainnya senantiasa ada sejumlah kegiatan yang dianggap “vital” bagi selesainya proyek waktu penyelesaiannya tidak dapat ditunda-tunda kalau kita tidak ingin terjadi keterlambatan secara menyeluruh dari penyelesaian proyek.

Pada umumnya kegiatan yang bersifat kritis dapat ditemukan pada satu jalur atau lintasan sejak awal sampai akhir proyek. Kemungkinan untuk menetapkan adanya lintasan kritis suatu jaringan digunakan salah satu atau metode jalur kritis. Jumlah simbol yang digunakan dalam sebuah jaringan kerja, minimum ada dua macam dan maksimum ada tiga macam. Macam-macam simbol tersebut adalah:

1. Anak panah

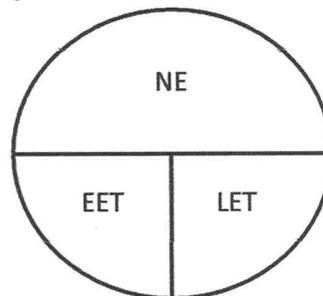
Anak panah ini melambangkan suatu kegiatan dari suatu proyek. Pada umumnya nama kegiatan dicantumkan diatas anak panah dan lama kegiatan dibawahnya. Ekor anak panah ditafsirkan sebagai kegiatan dimulai dan kepalanya ditafsirkan kegiatan selesai. Lamanya kegiatan adalah jarak waktu antara kegiatan dimulai dengan kegiatan selesai. Pada lamanya kegiatan diberi kode huruf besar A, B, C dan seterusnya. Berikut gambar dari anak panah dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 2.2 Anak Panah

2. Lingkaran

Lingkaran yang menggambarkan peristiwa selalu digambarkan lingkaran yang terbagi atas tiga bagian ruangan, ruangan sebelah atas merupakan tempat bilangan atau huruf yang menyatakan peristiwa. Ruangan sebelah kiri bawah merupakan yang menyatakan lamanya hari (waktu satuan hari) yang merupakan saat paling awal peristiwa yang bersangkutan. Ruangan sebelah kanan bawah merupakan tempat bilangan yang menyatakan saat paling lambat peristiwa yang bersangkutan boleh terjadi. Selisih waktu dari kedua saat tersebut adalah tenggang waktu peristiwa (*Slack*) berharga positif. Ada kemungkinan tenggang waktu tersebut berharga nol, maka peristiwa yang bersangkutan merupakan peristiwa yang kritis, jika berharga negatif peristiwatersebut adalah peristiwa super kritis dan ini bertanda bahwa proyek tidak akan selesai pada waktu yang telah ditetapkan. Berikut gambar dari lingkaran yang dilengkapi dengan contoh *schedule* pekerjaan:



Gambar 2.3 Lingkaran

Keterangan:

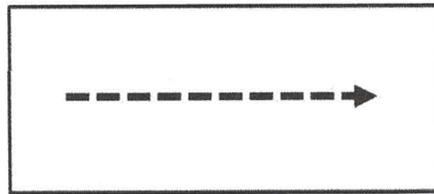
NE : *Number of Event*

EET: *Earlist Event Time* (waktu paling awal)

LET: *Latest Event Time* (waktu paling akhir)

3. Anak panah terputus-putus (*Dummy*)

Anak panah terputus-putus melambangkan hubungan antar peristiwa, sama halnya dengan anak panah yang melambangkan kegiatan. Hubungan antar kegiatan (*Dummy*) tidak membutuhkan waktu, sumber daya dan ruangan. Oleh karena itu hubungan antar peristiwa tidak perlu diperhitungkan. *Dummy* ini menyatakan logika ketergantungan yang patut diperhatikan. Berikut gambar dari *Dummy*:



Gambar 2.4 Anak panah terputus-putus

Untuk dapat membaca diagram jaringan kerja sebuah proyek perlu dijelaskan pengertian dasar hubungan antara simbol yang ada dalam setiap jaringan kerja. Notasi yang dipakai dalam penjelasan mengenai hubungan antar simbol ini adalah sebagai berikut:

$D(x)$ = Durasi kegiatan X

$ES(x)$ = Waktu mulai paling cepat untuk kegiatan X

$EF(x)$ = Waktu selesai paling cepat untuk kegiatan X

$LS(x)$ = Waktu mulai paling lambat untuk kegiatan X

$LF(x)$ = Waktu selesai paling lambat untuk kegiatan X

$TF(x)$ = Tenggang waktu total untuk kegiatan X

$FF(x)$ = Tenggang waktu bebas untuk kegiatan X

S = Waktu mulai proyek

T = Waktu penyelesaian proyek

2.6.1 Hubungan Antar Simbol Kegiatan

Dalam proses perhitungan dengan metode CPM dikenal adanya beberapa parameter sebagai berikut:

- a. EET (*Earliest Event Time*), saat paling awal peristiwa/*node/event* mungkin terjadi, yang berarti waktu paling cepat suatu kegiatan yang berasal dari node tersebut dapat dimulai karena menurut aturan dasar suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan-kegiatan terdahulu diselesaikan (Sugiyarto et al., 2013).
 - *Early Start*, saat paling cepat peristiwa yang mungkin terjadi, maksudnya waktu mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu kegiatan dinyatakan dalam hari, maka waktu ini merupakan hari pertama kegiatan dimulai.

- *Early Finish*, saat paling cepat peristiwa terakhir mungkin terjadi, berarti waktu selesai paling awal suatu kegiatan. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka *Early Finish* kegiatan terdahulunya merupakan *Early Start* kegiatan berikutnya.

Untuk bisa mengetahui sebuah kegiatan menuju sebuah peristiwa dapat ditentukan dengan Pers. 2.1 dibawah ini:

$$EF_j = ES_i + D \quad (2.1)$$

Keterangan:

X = Kegiatan

NE_i = Nomor dari peristiwa awal kegiatan

NE_j = Nomor dari peristiwa akhir kegiatan

D = Lama kegiatan X yang diperkirakan

ES_i = Saat paling awal peristiwa awal

EF_j = Saat paling awal peristiwa akhir

Untuk bisa mengetahui beberapa kegiatan menuju sebuah peristiwa dapat ditentukan dengan Pers. 2.2 dibawah ini:

$$EF_j = (ES_i + D) \text{ maksimum} \quad (2.2)$$

Keterangan:

X = Nama kegiatan

ES_i = Saat paling awal peristiwa awal dari kegiatan

D = Lama kegiatan yang diperkirakan

EF_j = Saat paling awal peristiwa akhir seluruh kegiatan

- LET (*Latest Event Time*), saat paling lambat suatu peristiwa boleh terjadi, berarti waktu paling lambat yang masih diperbolehkan.
 - *Latest Start*, saat paling lambat peristiwa awal boleh terjadi atau waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai, yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

- *Latest Finish*, saat paling lambat peristiwa akhir boleh terjadi, berarti waktu paling akhir kegiatan boleh selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

Untuk bisa mengetahui sebuah kegiatan keluar dari sebuah peristiwa dapat ditentukan dengan Pers. 2.3 dibawah ini:

$$LS_i = LF_j - D \quad (2.3)$$

Keterangan:

X = kegiatan

D = lama kegiatan X yang diperkirakan

LS_i = saat paling lambat peristiwa awal

LF_j = saat paling lambat peristiwa akhir

Untuk bisa mengetahui beberapa kegiatan keluar dari sebuah peristiwa dapat ditentukan dengan Pers. 2.4 dibawah ini:

$$LS_i = (LF_j - D) \text{ minimum} \quad (2.4)$$

Keterangan:

X = Nama kegiatan

LF_j = Saat paling lambat peristiwa akhir kegiatan X

D = Lama kegiatan X yang diperkirakan

LS_i = Saat paling lambat peristiwa awal kegiatan

2.6.2 Perhitungan Maju

Hitungan maju adalah cara perhitungan waktu awal mulai sebuah proyek yang tercepat sampai selesai nya proyek dengan waktu yang tercepat atau simbol yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu, ES_i, ES_j, dan D (Sugiyarto et al.,2013). Aturan yang digunakan dalam perhitungan maju adalah:

- a. Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai setelah kegiatan yang mendahuluinya (*predecessor*) sudah dilaksanakan.

- b. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan yang menjadi satu jalur, maka Ef_j (kegiatan selesai paling cepat) tersebut adalah ES_i (kegiatan mulai paling cepat) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.

2.6.3 Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur adalah cara mengetahui waktu paling akhir sebuah kegiatan untuk dimulai hingga selesai nya kegiatan tersebut dengan waktu paling lama (Sugiyarto et al., 2013). Hitungan mundur dimulai dari paling kanan (kegiatan akhir dari sebuah proyek). Aturan dalam hitungan mundur adalah:

- a. Bila hanya ada satu kegiatan yang keluar dari peristiwa, maka waktu paling akhir dikurangi dengan kurun waktu kegiatannya.
- b. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih yang mengikuti, maka LS_i (waktu paling lama kegiatan dilaksanakan) kegiatan tersebut adalah LF_j (waktu paling lama kegiatan selesai) yang terkecil dari kegiatan terdahulunya.

2.6.4 Float

Float merupakan sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan, sehingga memungkinkan penundaan atau perlambatan kegiatan secara sengaja / tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat dalam penyelesaiannya (Sugiyarto et al., 2013). Ada tiga macam bentuk tenggang waktu kegiatan, yaitu:

- *Total Float (TF)*

Pada penyusunan dan perencanaan jadwal proyek, arti penting dari *total float* adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda tanpa mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. *Total float* berguna untuk menentukan lintasan kritis untuk mempercepat durasi proyek, bila $TF = 0$. Untuk mengetahui *total float* (TF) dapat ditentukan dengan Pers. 2.5 dibawah ini:

$$TF = LS_j - D - ES_i \quad (2.5)$$

- *Free Float (FF)*

Free float adalah jangka waktu antara saat paling awal peristiwa akhir (ESj) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal (ESi). *Free float* juga berguna untuk alokasi sumber daya dan waktu dengan memindahkannya ke kegiatanlain. Untuk mengetahui *free float* (FF) dapat ditentukan dengan Pers. 2.6 dibawah ini:

$$FF = ESj - D - ESi \quad (2.6)$$

- *Independent Float (IF)*

Independent float adalah jangka waktu antara saat paling awal peristiwa akhir (ESj) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan tersebut, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling lambat peristiwa awal (ESi) nya. Untuk mengetahui *independent float* dapat ditentukan dengan Pers.2.7 dibawah ini:

$$IF = ESj - D - LSi \quad (2.7)$$

2.6.5 Durasi Aktivitas

Produktivitas pekerja digunakan sebagai sumber ketidakpastian untuk menyusun jadwal probabilistik (Brando et al., 2017). Dalam menentukan durasi pekerjaan perlu diketahui teknik perhitungan koefisien dari pekerjaan yang akan dihitung. Kebutuhan tenaga kerja/alat dihitung berdasarkan koefisien AHSP dikalikan dengan volume pekerjaannya.

Lamanya menentukan waktu pelaksanaan untuk setiap pekerjaan, dihitung berdasarkan kebutuhan tenaga kerja atau alat dibagi jumlah tenaga kerja atau alat yang akan digunakan (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017).

Untuk bisa mendapatkan total lamanya suatu pekerjaan harus diketahui terlebih dahulu jenis pekerjaan (manual atau mekanis) dan alat yang digunakan. Apabila pekerjaan tersebut dilaksanakan secara manual, maka dapat dilakukan dengan Pers. 2.8 dibawah ini:

$$KPR = VO \times KOF \quad (2.8)$$

Keterangan:

KPR = Kebutuhan pekerja

VO = Volume pekerjaan

KOF = Koefisien AHSP

Setelah didapatkan total KPR, maka dilanjutkan dengan perhitungan durasi pekerjaan. Adapun cara menghitung durasi dapat dilakukan dengan menggunakan Pers. 2.9 dibawah ini:

$$D = \frac{KPR}{(JT \times 7)} \quad (2.9)$$

Keterangan:

D = Durasi pekerjaan

KPR = Kebutuhan pekerja

JT = Jumlah tenaga kerja

7 = total jam kerja efektif dalam 1 hari kerja

Apabila pekerjaan yang akan dihitung merupakan pekerjaan mekanis, maka dapat dilakukan dengan Pers. 2.10 dibawah ini:

$$KAT = VO \times KOF \quad (2.10)$$

Keterangan:

KAT = Kebutuhan alat

VO = Volume pekerjaan

KOF = Koefisien AHSP

Setelah didapat total KAT, maka dilanjutkan dengan mencari total hari dari pekerjaan tersebut. Adapun cara menentukan durasi pekerjaan alat mekanis dapat menggunakan Pers. 2.11 dibawah ini:

$$D = \frac{KAT}{(JT \times 7)} \quad (2.11)$$

Keterangan:

D = Durasi pekerjaan

KAT = Kebutuhan alat

JL = Jumlah alat yang digunakan

7 = Total jam kerja dalam 1 hari kerja

2.6.6 Produktivitas Harian Kerja Normal dan Percepatan

Produktivitas harian merupakan sebuah acuan yang digunakan untuk unit (tenaga kerja dan alat) dalam mengerjakan suatu volume pekerjaan tertentu setiap harinya baik itu dalam keadaan normal maupun saat pekerjaan dipercepat (Oetomo et al., 2017). Secara umum produktivitas harian bisa dilakukan dengan Pers. 2.12 dibawah ini:

$$\text{Produktivitas Harian Normal} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Normal}} \quad (2.12)$$

Produktivitas harian dipercepat didapat dari produktivitas harian normal dengan produktivitas saat jam lembur per hari. Sedangkan untuk produktivitas pekerja pada jam lembur, diasumsikan mengalami penurunan sebesar 20%. Hal itu dikarenakan semakin lama manusia bekerja maka stamina berkurang dan tidak bisa bekerja 100 % (Oetomo et al., 2017).

2.6.7 Percepatan dengan Jam Kerja Lembur

Salah satu cara untuk melakukan percepatan adalah dengan menambah jam kerja dari jam yang pada umumnya (*overtime*). Penambahan jam kerja ini sangat sering dilakukan dikarenakan dapat memberdayakan sumber daya yang sudah ada dilapangan dan cukup dengan mengefisiensikan tambahan biaya yang akan dikeluarkan kontraktor (Oetomo et al., 2017).

Untuk menghitung hasil percepatan pada penambahan jam kerja lembur bisa dengan menggunakan Pers. 2.13 berikut ini:

$$Dc = \frac{VO}{(JN \times KP) + (JOT \times KP \times F)} \quad (2.13)$$

Keterangan:

Dc = Durasi crash (hari)

JN = Jam kerja normal

KP = Kapasitas produksi/jam

JOT = Jumlah jam kerja lembur

F = Faktor penurunan kapasitas produksi jam kerja lembur

VO = Volume pekerjaan

Dalam melakukan tambahan jam kerja lembur, secara langsung akan berdampak terhadap prestasi pekerja dalam melakukan pekerjaannya atau tenaga kerja tidak akan bisa bekerja secara 100%. Hal tersebut dikarenakan terlalu banyak tenaga yang dikeluarkan sehingga konsentrasi akan menurun. Berikut ini adalah tabel penurunan kapasitas produksi tenaga kerja:

Tabel 2.2 Penurunan kapasitas produksi tenaga kerja (Wijaya et al., 2018).

No	Jam Lembur	Penurunan Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1	1 Jam	0,05	95
2	2 Jam	0,1	90
3	3 Jam	0,2	80
4	4 Jam	0,4	60

2.7 Program *Microsoft Project*

Sebuah proyek konstruksi pasti akan banyak mengalami sebuah masalah ketika dilapangan, sehingga dalam merencanakan sebuah kegiatan harus dilakukan dengan cermat, tepat, dan benar (Wowor et al.,2013). Oleh karena itu dibutuhkan *software* yang dapat membantu Manajer Proyek dalam merencanakan pelaksanaan, yaitu *microsoft project* atau disingkat dengan *MS Project*.

Aplikasi *Microsoft Project* adalah salah satu *software* administrasi proyek yang dapat melakukan perencanaan, pengolahan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. *Microsoft Project* memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan menggabungkan keuntungan seperti, kemudahan, kemampuan, dan fleksibilitas sehingga seorang manajer

proyek dapat memonitoring perencanaan dan pelaksanaan secara akurat dan efisien (Wohon, 2015).

Menurut (PULUNGAN, 2015), tujuan penjadwalan dengan *microsoft project* adalah:

- a. Mengetahui durasi kerja proyek.
- b. Membuat durasi optimum.
- c. Mengendalikan jadwal yang dibuat.
- d. Mengalokasikan sumber daya yang digunakan.

Dalam *Microsoft Project* ada beberapa istilah khusus, antara lain:

1. *Task*

Task adalah salah satu bentuk lembar kerja dalam *Microsoft Project* yang berisi rincian pekerjaan sebuah proyek.

2. *Duration*

Duration merupakan jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

3. *Start*

Start merupakan nilai tanggal dimulainya suatu pekerjaan.

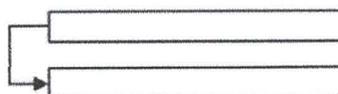
4. *Finish*

Dalam *Microsoft Project* tanggal akhir pekerjaan disebut *finish*, yang akan diisi secara otomatis dari perhitungan tanggal mulai (*start*) ditambah lama pekerjaan (*duration*).

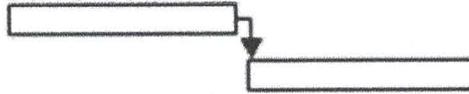
5. *Predecessor*

Predecessor merupakan hubungan keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lain. Ada hubungan saling ketergantungan antara tugas yang satu dengan tugas lain pada aplikasi *Microsoft Project*, dikenal 4 (empat) hubungan antartugas, yaitu:

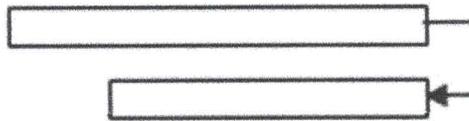
- a) *Start to Start*, yaitu suatu tugas harus dimulai bersamaan waktunya dengan tugas lain.



- b) *Finish to Start*, yaitu suatu tugas baru boleh diakhiri jika tugas lain dimulai.
- c) *Start to Start*, yaitu suatu tugas baru boleh dimulai jika tugas pendahulunya telah selesai.



- d) *Finish to Finish*, yaitu suatu tugas harus selesai bersamaan dengan selesainya tugas yang lain



2.8 Metode Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Metode pelaksanaan ialah metode yang dibuat dengan cara teknis yang menggambarkan penyelesaian pekerjaan dengan cara sistematis dari awal hingga akhir yang berupa bagian tahapan maupun urutan pekerjaan utama dan bagian cara kerja masing-masing pekerjaan utama yang dapat di pertanggung jawabkan secara teknis.

Metode pelaksanaan proyek konstruksi merupakan kunci untuk dapat mewujudkan seluruh perencanaan menjadi bentuk bangunan fisik. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekayasa berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pengadaan, keadaan teknis dan ekonomis yang ada dilapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor. Kombinasi dan keterkaitan ketiga elemen secara interaktif membentuk kerangka gagasan dan konsep metode optimal yang diterapkan dalam pelaksanaan konstruksi (Dipohusodo, I, 1996).

2.9 Pengendalian Mutu (*Quality Control*)

Pengendalian mutu (*Quality Control*) merupakan suatu bagian yang menjamin sebuah kualitas mutu, memberikan arahan dan teknik-teknik untuk

melakukan pengendalian kualitas mutu sebuah struktur, material unsur atau sistem agar memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan (Soeharto, 2001). Tindakan-tindakan pengendalian mutu (*quality control*) berupa melakukan pengujian, pengukuran, dan pemeriksaan atau inspeksi untuk memantau apakah aktivitas *engineering*, konstruksi, manufaktur, pembelian material, dan kegiatan lainnya untuk menciptakan sistem (instalasi/produk hasil proyek) telah dikerjakan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

Quality control berfungsi untuk mengetahui tahap-tahap setiap pelaksanaan proyek, sehingga akan mengetahui terpenuhi atau tidak terpenuhi standar yang akan terlihat. *Quality control* adalah sebuah sistem rutinitas yang berkaitan dengan kegiatan teknis, pengukuran dan pengontrolan sebuah inventaris yang masih dikembangkan. Berikut pengembangan dari *Quality control*:

- a. Membuat persediaan tempat inspeksi secara konsisten dan rutinitas agar menjamin mutu keintegritasan data yang dimiliki, perbaikan-perbaikan yang dilakukan, dan serta kelengkapan
- b. Melakukan identifikasi kerusakan dan keterbatasan
- c. Membuat dokumentasi dan menerima persediaan material dan merekam seluruh kegiatan untuk melakukan pengontrolan.

2.10 Keberhasilan Proyek Konstruksi

Proyek adalah suatu kegiatan yang mempunyai jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya terbatas, untuk melaksanakan suatu tugas yang telah diberikan. Menurut D.I Cleland dan W.R King (1987) proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai suatu sasaran tertentu. Kegiatan yang dilaksanakan pada proyek berupa pembangunan maupun perbaikan sarana fasilitas (gedung, jalan, jembatan, bendungan dan lain-lain) atau berupa kegiatan penelitian dan pengembangan.

Dari pengertian tersebut diatas, maka proyek merupakan kegiatan yang bersifat sementara (waktu terbatas), tidak berulang, tidak bersifat rutin, mempunyai waktu awal dan akhir, sumber daya terbatas atau tertentu dan

dimaksudkan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Karakteristik proyek sebagai berikut:

- a. Waktu proyek terbatas, artinya jangka waktu, waktu mulai (awal proyek dan waktu *finish* (akhir proyek) sudah tertentu.
- b. Hasilnya tidak berulang, artinya produk suatu proyek hanya sekali, bukan produk rutin/berulang (Pabrikasi).
- c. Mempunyai tahapan kegiatan-kegiatan berbeda-beda, dengan pola di awal sedikit, berkembang makin banyak, menurun dan berhenti.
- d. Intensitas kegiatan-kegiatan (tahapan, perencanaan, tahapan perancangan dan pelaksanaan).
- e. Banyak ragam kegiatan dan memerlukan klasifikasi tenaga beragam pula.
- f. Lahan/lokasi proyek tertentu, artinya luasan dan tempat proyek sudah ditetapkan, tidak dapat sembarang tempat.
- g. Spesifikasi proyek tertentu, artinya persyaratan yang berkaitan dengan bahan, alat, tenaga dan metoda pelaksanaannya yang sudah ditetapkan dan harus memenuhi prosedur persyaratan tersebut.

2.10.1 Kriteria Keberhasilan Proyek Konstruksi

Kriteria dan cara mengukur keberhasilan proyek menurut Subhan (2008) adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan tujuan yang jelas, seperti seberapa besar proyek yang akan dilaksanakan serta kebutuhan apa saja yang diperlukan oleh semua orang yang terlibat dalam proyek konstruksi tersebut.
- b. Hasil dari proyek tersebut dapat diterima, tenggat waktu yang tepat dan sesuai dengan anggaran atau tidak melebihi *budget*.
- c. Komitmen yang kuat pada suatu proyek, misalnya proyek yang berhasil adalah proyek yang dapat memiliki komitmen dalam hal manajemen dan organisasi dalam sebuah proyek. Sesuai yang direncanakan maksudnya tidak mengambil jalan pintas dalam suatu proyek. Terlihat dari harapan-harapan yang membangun di sebuah tim yang menangani proyek.

- d. Cakupan (*scope*) proyek yang digarap sewajarnya, biasanya proyek yang berhasil memiliki cakupan (*scope*) yang jelas, tidak serakah dan hasilnya pun sempurna.
- e. Biaya yang dikeluarkan ketika proyek terselesaikan tidak jauh dari rencana awal, maksudnya jangan sampai biaya yang dikeluarkan sudah besar, akan tetapi kualitas dari hasil sebuah proyek mengecewakan, atau biaya yang dikeluarkan sudah banyak hasil proyeknya tepat waktu.
- f. Kualitas yang baik, maksudnya ketika dilakukan proses pengujian hasil proyek sesuai dengan apa yang diharapkan. Jangan sampai hasil dari sebuah proyek cepat, tapi kualitasnya dikorbankan.
- g. Keterampilan sumber daya manusia, maksudnya diperlukan sumber daya manusia yang mempunyai kompetensi yang unggul atau ahli didalam bidangnya. Sumber daya manusia yang mempunyai jiwa disiplin dan tepat waktu, dapat membuat lingkungan kerja yang kondusif, serta pekerja yang dapat diatur oleh manajer.
- h. Komunikasi yang baik, maksudnya ketika *team* proyek menjalankan sebuah proyek ada baiknya menjalin hubungan secara terus menerus kepada pemilik dan pengguna dan tidak menutup kemungkinan proyek yang berhasil adalah tim yang dapat menjalin komunikasi sesama tim.
- i. Resiko yang ditimbulkan sebuah proyek kecil. sebisa mungkin proyek yang dijalankan tidak menimbulkan resiko, diharapkan seminimal mungkin resiko terjadi dalam sebuah proyek.
- j. Hasil dari sebuah proyek diharapkan tidak menimbulkan suatu permasalahan baru didalam perusahaan, maksudnya justru menyulitkan perusahaan dalam menjalankan kegiatan operasional.

2.10.2 Pengendalian Proyek

Sebagai salah satu fungsi dalam manajemen konstruksi, pengendalian mempunyai tujuan utama untuk meminimalisasi segala penyimpangan yang dapat terjadi selama proyek berlangsung. Menurut Mockler (dikutip oleh Husen, 2009) pengendalian dapat didefinisikan sebagai usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran dan tujuan perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan

dengan standar-standar yang telah ditetapkan, menganalisa kemungkinan terjadinya penyimpangan, kemudian melakukan tindakan koreksi yang diperlukan agar sumber daya dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran dan tujuan.

Selain agar mendapatkan produk yang memuaskan, pengendalian juga dimaksudkan untuk memastikan bahwa program dan aturan kerja yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan penyimpangan atau kesalahan yang paling minimal. Kegiatan pengendalian dilakukan dalam bentuk-bentuk kegiatan sebagai berikut (Husen, 2009):

- a. Supervisi, yaitu melakukan tindakan koordinasi pengawasan sesuai dengan wewenang dan tanggung jawab organisasi yang telah ditetapkan, agar dalam pelaksanaannya dapat dilakukan secara bersama-sama oleh semua personil dengan kendali pengawas.
- b. Inspeksi, yaitu melakukan pemeriksaan terhadap hasil pekerjaan dengan tujuan menjamin spesifikasi mutu dan produk sesuai dengan yang direncanakan.
- c. Tindakan koreksi, yaitu melakukan perubahan dan perbaikan terhadap rencana yang telah ditetapkan untuk menyesuaikan dengan kondisi pelaksanaan.

Pengelola proyek seharusnya mempunyai acuan sebagai sasaran dan tujuan pengendalian untuk memudahkan proses pengendalian. Oleh karena itu, indikator-indikator tujuan akhir pencapaian proyek harus ditampilkan dan dijadikan pegangan selama pelaksanaan proyek. Indikator-indikator yang biasanya menjadi sasaran pencapaian tujuan akhir proyek berupa *triple constrain* yaitu biaya (*cost*), mutu (*quality*) dan waktu (*schedule*). Keterlambatan dalam suatu proyek konstruksi dapat mengakibatkan peningkatan biaya dan waktu operasional pembangunan.

2.11 Keterlambatan

Menurut Ervianto (2002) keterlambatan adalah suatu rencana kegiatan dan beberapa kegiatan yang mengikutinya mengalami penundaan atau tidak dapat diselesaikan tepat sesuai jadwal rencana. Hal ini disebabkan oleh sebagian

waktu pelaksanaan yang tidak dimanfaatkan sesuai rencana. Menurut Lewis dan Atherey (1996), pekerjaan dinyatakan mengalami keterlambatan jika suatu pekerjaan ditargetkan selesai pada waktu yang ditetapkan namun karena suatu alasan tertentu tidak dapat dipenuhi. Hal ini akan berdampak pada perencanaan awal serta keuangan. Keterlambatan yang terjadi pada proyek konstruksi akan memperpanjang durasi proyek atau meningkatnya biaya maupun keduanya.

Keterlambatan berdampak konflik dan perdebatan tentang apa dan siapa yang menjadi penyebab, juga tuntutan waktu, dan biaya tambah. Keterlambatan proyek umumnya selalu menimbulkan akibat yang merugikan baik bagi pemilik maupun kontraktor.

Menurut Widhiawati (2009) dalam Alifen et al. (2000), keterlambatan proyek berakibat pada perubahan nilai proyek yang menjadi sangat mahal baik ditinjau dari sisi kontraktor maupun pemilik. Kontraktor akan terkena denda penalty sesuai dengan kontrak, disamping itu kontraktor juga akan mengalami tambahan biaya *overhead* selama proyek masih berlangsung. Dampak bagi pemilik akibat keterlambatan proyek yaitu pengurangan pemasukan karena penundaan pengoperasian fasilitasnya.

2.11.1 Jenis Keterlambatan

Ada 4 cara dasar mengkatagorikan jenis keterlambatan menurut Ladjao dkk (2016) dalam Theodore (2009), yaitu:

a. *Critical* atau *NonCritical*

Keterlambatan *critical* adalah keterlambatan dalam beberapa kasus pada batas waktu tertentu mempengaruhi penyelesaian proyek, sedangkan keterlambatan *noncritical* adalah keterlambatan yang tidak dibatasi waktu tertentu atau tidak mempengaruhi penyelesaian proyek.

b. *Compensable* atau *NonCompensable*

Keterlambatan *compensable* adalah saat kontraktor berhak atas perpanjangan waktu dan kompensasi tambahan. Hal ini berkaitan Kembali dengan keterlambatan *excusable* atau *non-excusable*, hanya

keterlambatan *excusable* dapat diganti rugi. Keterlambatan *non-compensable* berarti bahwa meskipun keterlambatan *excusable* mungkin terjadi kontraktor tidak berhak atas kompensasi tambahan yang dihasilkan dari keterlambatan *excusable*.

c. *Concurrent* atau *NonConcurrent*

Konsep keterlambatan *concurrent* telah menjadi hal yang sangat umum sebagai bagian dari beberapa analisis keterlambatan konstruksi. *Argument concurrency* tidak hanya dari sudut pandang yang menentukan keterlambatan kritis proyek, tetapi juga dari sudut pandang penanggung jawaban untuk kerugian yang terkait dengan keterlambatan jalur kritis. Pemilik akan sering memperhatikan keterlambatan *concurrent* oleh kontraktor sebagai alasan untuk mempermasalahkan perpanjangan.

d. *Excusable* atau *NonExcusable*

Keterlambatan dimaafkan (*excusable*) adalah keterlambatan yang disebabkan oleh suatu peristiwa yang tidak terduga diluar kontraktor atau *control* subkontraktor. Keterlambatan *NonExcusable* adalah keterlambatan yang berada dalam kendali kontraktor atau dapat diprediksi.

2.11.2 Faktor Keterlambatan

Menurut Widhiawati (2009) dalam Andi et al (2003) faktor keterlambatan disebutkan bahwa faktor-faktor potensial untuk mempengaruhi waktu pelaksanaan konstruksi, yang terdiri 7 kategori sebagai berikut:

a. Material/Bahan

- Pengiriman bahan
- Ketersediaan bahan
- Kualitas bahan

b. Alat (*Equipment*)

- Ketersediaan peralatan
- Kualitas peralatan

c. Tenaga Kerja

- Ketersediaan tenaga kerja
- Keahlian tenaga kerja
- Kedisiplinan tenaga kerja
- Motivasi kerja para pekerja
- Angka ketidakhadiran
- Penggantian tenaga kerja
- Komunikasi antara tenaga kerja dengan badan pembimbing

d. Karakteristik Tempat

- Kondisi permukaan dan dibawah permukaan tanah
- Reaksi lingkungan sekitar
- Karakteristik fisik bangunan sekitar proyek
- Penyimpanan bahan/material
- Akses menuju lokasi proyek
- Kebutuhan ruang kerja
- Lokasi proyek

e. Keuangan

- Pembayaran oleh pemilik
- Harga material

f. Manajerial (managerial);

- Pengawasan proyek
- Perhitungan keperluan material
- Kualitas pengontrol pekerjaan
- Perubahan desain
- Pengalaman manajer lapangan
- Komunikasi antara konsultan dan kontraktor
- Komunikasi antara kontraktor dan pemilik
- Jadwal pengiriman material dan peralatan

- Jadwal pekerjaan yang harus diselesaikan
- Persiapan/penetapan rancangan tempat

g. Faktor-faktor lainnya;

- Kondisi ekonomi
- Kondisi cuaca
- Kecelakaan kerja

2.11.3 Dampak Keterlambatan

Keterlambatan pada proyek dapat menimbulkan kerugian pada banyak pihak. Suatu konstruksi proyek melibatkan beberapa pihak, pihak-pihak tersebut juga bertanggung jawab atas segala hal yang terjadi selama proses berjalannya proyek hingga serah terima hasil proyek. Adapun pihak-pihak yang terlibat sebagai berikut:

a. Pihak Pemilik (*Owner*)

Sebagai pemilik proyek, keterlambatan akan menghambat pemilik untuk menggunakan hasil proyek tersebut. Jika proyek milik pemerintah, maka fasilitas umum tersebut akan merugikan masyarakat.

b. Pihak Penyedia Barang/Jasa

Sebagai kontraktor akan timbul *overhead* pada biaya karena bertambahnya waktu pelaksanaan.

c. Pihak Konsultan

Sebagai konsultan akan terjadi kerugian waktu dan keterlambatan dalam mengerjakan proyek lainnya.